

**Residuos de construcción y demolición (RCD), construcción en la ciudad de Bogotá y la metodología PMBOK**



**Nicolas Sierra Perdomo**

**Docente Luz Mery Guevara Chacón**

**Universidad Militar Nueva Granada**

**Diplomado Gerencia de Proyectos PMI con PMBOK versión 6**

**Bogotá D.C., octubre de 2020**

El sector de la construcción en Bogotá tiende a tener un crecimiento de manera constante, ya que según datos del 2012 de Camacol, este sector produce entre un 20% y 30% del PIB de la construcción en Colombia, lo cual genera una gran cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD); de igual modo esto provoca un impacto ambiental, debido a que es necesario contar con muchas canteras donde se puedan desechar los RCD y en muchos casos van a parar a sitios no autorizados provocado una alteración en el paisaje y contaminación del suelo y acuíferos, como lo dio a conocer la Corporación autónoma regional de Cundinamarca (CAR ) al encontrar 94 sitios de disposición ilegal de RCD en Bogotá y sus alrededores afectando de forma negativa los humedales, ya que gracias a ello, estos se han ido destruyendo (Castaño, Rodríguez, Lasso, Cabrera, & Ocampo, 2013).

Bajo el decreto 2981 de 2013 los Residuos de Construcción y demolición (RCD) son todos aquellos residuos sólidos que son el resultado de las actividades de construcción, reparación o demolición, de las obras civiles o de otras actividades conexas, complementarias o analógicas.

En Colombia se generan un total de 22 millones de toneladas de RCD al año siendo Bogotá la ciudad que más genera este tipo de residuos en Colombia (Lozano & Castro, 2018); pues en la capital colombiana se generan alrededor de 15 millones de toneladas al año, es así como los productores de residuos de construcción y demolición en la ciudad son, el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) con una generación del 28%, las constructoras privadas con una generación de 43%, la empresa de alcantarillado y acueducto de Bogotá (EAAB) con una generación de 22% , la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos(UAESP) con una generación de 3% y otros con un generación de 4%, siendo así la mayor generadora de RCD las constructoras privadas (Castaño, Rodríguez, Lasso, Cabrera, & Ocampo, 2013).

A partir de lo mencionado anteriormente cabe resaltar que las localidades de la ciudad de Bogotá que más generan residuos de construcción y demolición son: Barrios Unidos con un 45%, Usme con un 23,7 % y Ciudad Bolívar con un 20,52%; de lo anterior los residuos de construcción y demolición que se observaron en mayor cantidad son el concreto, la tierra el ladrillo y la cerámica (Lozano & Castro, 2018).

Bajo lo mencionado anteriormente, el objetivo principal de este ensayo es dar a conocer qué se debería hacer para el aprovechamiento de los RCD bajo un plan gestión a partir de algunas de las integraciones que tiene la Guide to the Project Management Body of Knowledge o la Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK) versión 6 del año 2017, como la gestión de integración, la gestión del alcance, la gestión de costos, la gestión de calidad y riesgos, la gestión de comunicaciones y la gestión de interesados. (Lozano & Castro, 2018).

Un plan de gestión es una herramienta de forma práctica que permite facilitar el control de un proyecto, incluyendo elementos como la gestión de los recursos, tiempos, personal entre otras. Según la metodología del PMBOK los procesos para la gestión de un proyecto son el inicio, la planificación, la ejecución, el seguimiento y control y por último el cierre (Project Management Institute, 2017).

En Colombia las principales ciudades que generan una alta producción de volumen de RCD son Bogotá con 12 millones de m<sup>3</sup> al año, Cali con un millón de m<sup>3</sup> al año, Medellín con 860.000 m<sup>3</sup> al año, Manizales con 306.000 m<sup>3</sup> al año, Cartagena con 190.000 m<sup>3</sup> al año y el total que produce Colombia al sumar todas las ciudades es de 15 millones de m<sup>3</sup> al año; de esta forma se puede decir que la mayor generadora de RCD en Colombia es la ciudad de Bogotá debido a que abarca más de la mitad de la producción anual del país con más de 10

millones de m<sup>3</sup> al año; con lo anterior un plan de gestión para el aprovechamiento de estos recursos es necesario para la capital (Chica & Beltrán, 2018; Lozano & Castro, 2018).

Así las cosas, en Medellín se realiza un aprovechamiento de los RCD del 30 % y en Cali del 45%; siendo estas cifras similares a las de la ciudad de Bogotá (Lozano & Castro, 2018), ya que en la ciudad se hace el debido proceso del 40% de lo generado (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, 2012). Por lo anterior se plantean varias opciones de reciclado de los RCD, las cuales se aplican mayormente para materiales como son el concreto, el cerámico, el asfalto, los metales, la madera entre otros. Para esto se tiene una o varias alternativas diferentes, por ejemplo, el concreto tiene como alternativas el ser reutilizado como masa para rellenos o como suelos en carretera; también el ser reciclado como grava suelta, como producción de morteros y cementos o como granulado, para los cerámicos se usa como alternativa el reciclado para adoquín, uso en fachadas o para acabados; de igual forma el asfalto tiene como alternativa el ser reutilizado como masa para rellenos o el ser reciclado como asfalto y del mismo modo los metales son aprovechados para la aplicación en otros productos o Reciclados como aleación (Secretaría Distrital del Ambiente, 2014).

Uno de los aprovechamientos mencionados anteriormente que puede generarse a partir de los residuos de construcción y demolición, es el uso como material de agregado para la generación de concreto hidráulicos, dado que este representa entre el 18% y 43% del valor de un proyecto de construcción, trayendo beneficios económicos y ambientales para la constructora (Lozano & Castro, 2018).

Es importante resaltar que cada tipo de obra u actividad relacionada a la construcción aporta un porcentaje diferente de RCD; en el 2018, la Asociación Española de Reciclaje propone unos datos de la producción de residuos de construcción y demolición con base en

los metros cuadrados de obra, permitiendo definir un valor estimado de volumen de estos para cada actividad. De lo mencionado, se tiene que los volúmenes producidos por cada actividad son:

- La infraestructura de carreteras con una producción de  $1.56 \text{ m}^3/\text{m}^2$ .
  - Obras de reforma o rehabilitación con  $0.57 \text{ m}^3/\text{m}^2$ .
  - Construcción de obra de edificación nueva con  $0.14 \text{ m}^3/\text{m}^2$ .
  - Demolición completa de obra de fábrica con  $0.74 \text{ m}^3/\text{m}^2$ .
  - Demolición completa de estructura de concreto con  $1.22 \text{ m}^3/\text{m}^2$ .
  - Demolición de naves industriales de estructura de metal con  $1.26 \text{ m}^3/\text{m}^2$  y, por último;
  - La demolición de naves industriales estructura de Concreto con  $1.19 \text{ m}^3/\text{m}^2$
- (Lozano & Castro, 2018).

Por consiguiente, factores como la disminución de materia prima cerca de la ciudad, la reducción del espacio de los lugares en donde se pueden disponer de manera legal los RCD y la aparición de normas de carácter legal que regulan la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (Castaño, Rodríguez, Lasso, Cabrera, & Ocampo, 2013), provocan que el plan de gestión sobre el aprovechamiento de RCD, sea la mejor alternativa de planear y controlar sobre estos, permitiendo así, optimizar los procesos y recursos de los proyectos y mejorar el uso de estos materiales (Lozano & Castro, 2018).

De esta manera, el primer paso para realizar el plan de gestión, debe ser la gestión de la integración. Para dicho proceso, el PMBOK sugiere ver los procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar, y coordinar los diversos procesos del plan de gestión (Project Management Institute, 2017); por lo anterior se deben identificar los requerimientos con los cuales se puedan satisfacer el plan de gestión y con ello dar un inicio; por ejemplo, en

Colombia es necesario una cantidad de agregado de 80 millones de toneladas para las vías y de 60 millones de toneladas de arenas y gravas en concreto, de lo cual en Bogotá se requiere de 20 millones de toneladas y 15 millones de toneladas respectivamente; con ello, se observa que es necesario una gran cantidad de material granular para las construcciones en Bogotá y que solo la producción que se genera en Colombia de RCD podría abarcar los requerimientos de esta en alguna de los dos usos, ya sea como material para vías o como arenas y gravas para concretos (Lozano & Castro, 2018).

Del mismo, el segundo proceso que se debe llevar a cabo es un plan de gestión del alcance. Este incluye los procesos exigidos para garantizar que el proyecto incluya el trabajo requerido para completarlo con éxito (Project Management Institute, 2017); para que este proceso sea aplicado en los planes de gestión de los RCD, es importante tener en cuenta las restricciones que se tienen de la disponibilidad de ellos dadas por las normas; de igual forma, se debe definir el flujo de materiales y a su vez, describir tanto el aprovechamiento, como las actividades a llevar a cabo. Por último, se deben identificar las alternativas para la obtención del material y los recursos necesarios para este (Lozano & Castro, 2018; Paz, Rojas & Ruiz, 2018).

El tercer proceso es la gestión de costos, que, de acuerdo con el PMBOK, incluye los procesos involucrados para: planificar, estimar, presupuestar, financiar, gestionar y controlar los costos, de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado (Project Management Institute, 2017); por lo que es necesario determinar los costos que se van a utilizar para la gestión del proyecto y que, este se pueda completar. Los costos importantes a tener en cuenta en esta gestión son los relacionados con maquinaria y herramientas, estos se ajustan a las características físicas de cada material, bien sea para el aprovechamiento de concreto, madera, o metal. Otros aspectos a tener en cuenta son los costos del personal

calificado para las actividades a llevar a cabo (Lozano & Castro, 2018; Paz, Rojas & Ruiz, 2018).

El cuarto proceso es la gestión de calidad, incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto o a su vez, el producto de aprovechamiento, a fin de satisfacer las expectativas de los interesados (Project Management Institute, 2017); por consiguiente se debe buscar los controles de calidad de cada aprovechamiento que se le haga al material (Lozano & Castro, 2018; Paz, Rojas & Ruiz, 2018).

De lo anterior es claro que, se debe realizar la debida identificación de los requisitos y estándares de calidad de esta gestión. De igual forma, es importante mostrar los métodos con los cuales se van a llevar a cabo este, con el fin de cumplir la normativa y satisfacer las necesidades; un ejemplo, es realizar los debidos ensayos para la utilización de material granular proveniente de los RCD en la producción de concreto hidráulico, teniendo como objetivo garantizar un estricto control que permita vigilar y certificar que se cuenta con las propiedades físicas y mecánicas requeridas para poder ser utilizado en el concreto. Son necesarios para esto, aplicar los siguientes ensayos: granulometría, índice de lajas, plasticidad, resistencia a la fragmentación, próctor, CBR, materia orgánica, equivalente de arena y compuestos de azufre. (Lozano & Castro, 2018; Paz, Rojas & Ruiz, 2018).

Continuando con el lineamiento, el quinto proceso es la gestión de los recursos, donde se establecen los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto (Project Management Institute, 2017); esto quiere decir que es importante identificar los recursos necesarios para aprovecharlos de la mejor manera y así mismo cumplir con lo propuesto. Es así como, un criterio a tener presente es el de recursos humanos, donde es importante la preparación del personal con respecto a las propiedades

técnicas de los materiales y al mismo tiempo frente al proceso de reutilización de los materiales (Lozano & Castro, 2018).

El sexto proceso es la gestión de riesgo, en la que se contemplan los pasos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto (Project Management Institute, 2017); esta es una de las fases más relevantes, ya que depende principalmente de la identificación y análisis de riesgos utilizada en la aplicación de medidas de prevención y mitigación. (Lozano & Castro, 2018; Paz, Rojas & Ruiz, 2018)

Para llevar a cabo su aplicación, se deben generar procesos preventivos desde la separación de los materiales hasta la mezcla en el punto de vista técnico; un ejemplo, puede ser la utilización de RCD como material granular en la fabricación de concretos o vías, en el cual se controlan diferentes aspectos para que las estructuras construidas con este material, no contemplen fallas a futuro; otras consideraciones a tener en cuenta son: la resistencia, la presencia de aditivos, la relación agua-material-cemento entre otras, con el fin de garantizar el debido proceso, y asimismo cumplir con la normativa a la cual está regida (Lozano & Castro, 2018; Paz, Rojas & Ruiz, 2018).

El séptimo proceso es la gestión de comunicación que incluye los requerimientos para garantizar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados (Project Management Institute, 2017); es decir que la finalidad de este proceso es asegurar una comunicación efectiva, bien sea en los grupos que intervienen en los procesos de aprovechamiento del material, como en los interesados del mismo (Lozano & Castro, 2018; Paz, Rojas & Ruiz, 2018).



De acuerdo a lo anterior, es importante realizar reuniones cada cierto tiempo con la finalidad de mantener una comunicación interna que asegure una gestión oportuna de los procesos que se están llevando a cabo. De la misma manera es oportuno informar a los interesados sobre las actividades que se están ejecutando, resaltando las ventajas en términos de comercialización y la financiación de lo propuesto; un ejemplo puede ser, dar a conocer el reuso de los RDC como un proyecto sostenible, el cual no solo reduce el costo de los materiales, sino que generan un valor comercial adicional (Lozano & Castro, 2018; Paz, Rojas & Ruiz, 2018).

El último proceso es el plan de gestión de interesados, el cual incluye los procesos requeridos para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto (Project Management Institute, 2017); basado en lo anterior, esta gestión facilita conocer a los interesados en la producción de materiales de construcción a partir de los RCD, cuya ventaja principal es la reducción de los costos tanto económicos como ambientales. No obstante, debido a la escasa información sobre este material en el campo de la construcción, es necesario apoyarse en grandes empresas que implementen y promuevan estos recursos (Lozano & Castro, 2018; Barrera & Vergara, 2017).

Con lo dicho hasta aquí, se puede observar que un plan de gestión de los aprovechamientos de los RCD tiene una gran importancia gracias al alto potencial que tienen de ser reutilizados en otras actividades; Así pues, la utilización de estos, evidencia los beneficios económicos de esta práctica que, no solo favorecen al constructor, sino también ayudan a fomentar una cultura basada en la reutilización y reaprovechamiento de la materia prima derivada de estos procesos. Además, se genera una sustentabilidad ambiental permitiendo al sector de la construcción minimizar impactos ambientales en el desarrollo de las diferentes etapas del proceso constructivo y así mismo, orienta al constructor al control

adecuado de los residuos, con el fin de garantizar a la disposición final acorde a la normatividad ambiental establecida (Secretaría Distrital del Ambiente, 2014).

En conclusión, el aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición como materiales para la construcción es una buena idea en vista de que Bogotá es la ciudad que más genera este tipo de residuos sólidos en Colombia, de igual forma, ellos constituyen entre el 41% y 60 % de los residuos generados en la ciudad. Por ende tienen un gran potencial de reincorporación en las cadenas productivas. Así mismo son un buen objeto de estudio (Chávez, Palacio & Guarín, 2013), por lo tanto, es de suma importancia encontrar un uso debido para la utilización de estos en otras actividades.

Cabe aclarar que el uso de los RCD depende en su mayoría de los estudios de caracterización. En ellos se determina la viabilidad del uso de estos mediante ensayos a los que se someten para observar sus propiedades físicas y mecánicas. En algunos casos la viabilidad de su reutilización depende de la cantidad producida, por lo cual la alternativa de sustituir materiales naturales como lo son agregados vírgenes por reciclados, resulta viable técnicamente, debido a que las propiedades que presentan cumplen, en la mayoría de los casos, con la normativa actual de agregados para construcción, resultando ser beneficiosos para eliminar la disposición en botaderos de materiales, puesto que pueden ser transformados y ser tratados como materia prima (Chica & Beltrán, 2018; Castaño, Rodríguez, Lasso, Cabrera, & Ocampo, 2013).

De igual forma se observa que un plan de gestión dado por los lineamientos del PMBOK versión 6, facilita su proceso de desarrollo, entregando una base sólida y más clara de cómo se puede generar un plan de aprovechamiento de los RCD, aumentando las probabilidades de éxito y con ello cumplir los objetivos establecidos, dando resultados efectivos.

Por último, es importante resaltar que la ciudad debe empezar a ser más consciente al reciclar los materiales de construcción y demolición, a través de planes de aprovechamientos. Esta práctica es de suma importancia para disminuir el impacto ambiental de la disposición final, y que, al hacer la comparación con datos del Cement Sustainability Initiative en el año 2009, países como:

- Alemania, quien genera un total de 201 millones de toneladas de RCD y de los cuales realiza el debido aprovechamiento del 89%.
- Bélgica con 14 millones de toneladas y de los cuales se da el aprovechamiento del 86%.
- Taiwán con 63 millones de toneladas y de los cuales se da el aprovechamiento del 91%.
- Japón con 77 millones de toneladas y de los cuales se da el aprovechamiento del 80% (Cement Sustainability Initiative, 2009).

Hacen notar que el país y la ciudad están por debajo de estos, debido a que las principales ciudades de Colombia realizan el debido aprovechamiento de casi del 40% de los RCD generados. Es importante mejorar esta situación para evitar que en un futuro se presenten más problemáticas ambientales, debido al poco espacio de disposición de RCD de forma legal llegando a optar por realizarlo de forma ilegal dañando humedales, suelos y quebradas.

## Referencias

- Barrera, D. L., & Vergara, C. N. (2017). Diseño e implementación de una planta de disposición ambiental de escombros en concreto en la ciudad de Bogotá (Bachelor's thesis, Universidad Piloto de Colombia).
- Castaño, J. O., Misle Rodríguez, R., Lasso, L. A., Gómez Cabrera, A., & Ocampo, M.S. (2013). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes / Waste management from construction and demolition (RCD) in Bogota: prospects and limitations. *Tecnura*, 17(38), 121–129
- Cement Sustainability Initiative. (2009). *Reciclando Concreto*. Consejo mundial empresarial para el desarrollo sostenible.
- Chávez, Á., Palacio, Ó., & Guarín, N. L. (2013). Unidad logística de recuperación de residuos de construcción y demolición: estudio de caso Bogotá D.C / Logistic unit to the recovery of construction and demolition waste: Study Case Bogotá D.C. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 23(2), 95–118.
- Chica, L. M., & Beltrán, J. M. (2018). Demolition and construction waste characterization for potential reuse identification. *Dyna*, 85(206), 338–347.  
<https://doi-org.ezproxy.umng.edu.co/10.15446/dyna.v85n206.68824>
- Decreto 2981 de 2013 [Ministerio de vivienda, ciudadanía, y territorio]. Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo. 20 de diciembre del 2013.
- Lozano, F. M., & Castro, C. L. (2018). Formulación de un plan de gestión para el uso de agregados de concreto reciclado en concretos hidráulicos para una empresa constructora en la ciudad de Bogotá. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia.

Paz, E. F., Rojas, M. L. C., & Ruiz, A. P. (2018). Aplicación de la metodología PMI para proyecto de construcción vertical de uso residencial, caso de estudio: Proyecto KD MARLY. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

Project Management Institute. (2017). PMBOK, Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Sexta ed.). Pennsylvania, USA: Project Management Institute, Inc.

Secretaría Distrital del Ambiente. (2014). Guía para la elaboración del Plan de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en obra. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.

Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. (2012). Escombros cero. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor de Bogotá.